TEMA 1.LA MATERIA VIVA. AGUA Y SALES MINERALES.

1. Los bioelementos.

* Los elementos más abundantes en la corteza terrestre (O, Si, Al, Fe, etc.) no son los que forman la mayor parte de la materia viva (C, H, O y N).
* En los seres vivos aparecen hasta 70 elementos de los cuales 27 son componentes esenciales para las diferentes formas de vida y solamente 16 se hallan en todas las clases de organismos.
* En general estos elementos reciben el nombre de elementos biogénicos o bioelementos y atendiendo a la cantidad en que aparecen se clasifican en tres grupos:
* Bioelementos primarios.
  + Constituyen las moléculas de los seres vivos.
  + Representan el 99% de la masa celular y más del 95% en peso de los seres vivos.
  + Son C, H, O, N y en menor proporción S, que aparece en muchas proteínas y enzimas, y P elemento estructural del ADN, ARN, ATP, ADP y componente del hueso.
* Bioelementos secundarios.
  + Suponen entre el 3 y el 4 % del total de los seres vivos.
  + Aparecen en forma iónica en proporciones inferiores al 1% pero son fundamentales para la fisiología celular.
  + El sodio, el cloro y el potasio participan en la transmisión del impulso nervioso.
  + El calcio es componente estructural del hueso, y necesario para la contracción muscular.
  + El magnesio se encuentra en muchas enzimas y en la clorofila.
* Oligoelementos.
  + En conjunto constituyen menos del 1% de la materia viva.
  + Cada uno aparece en cantidades insignificantes menores al 0,1%.
  + Su ausencia provoca enfermedades carenciales y a altas concentraciones producen intoxicaciones.
  + Muchos están presentes en todos los seres vivos (Fe, Mn, Cu, Zn y Co) pero algunos (Si, F, I, V, Cr…) sólo en determinados grupos.
  + Entre los oligoelementos destacan:
  + El hierro que es esencial en proteínas transportadoras de electrones como los citocromos, o de oxígeno como la hemoglobina y la mioglobina.
  + El manganeso actúa como catalizador y participa en la fotolisis del agua.
  + El cobre es crucial para el funcionamiento de la citocromo oxidasa, enzima de la cadena respiratoria, y de la hemocianina que transporta oxígeno en artrópodos y moluscos.
  + El iodo es componente básico de la hormona tiroxina la cual estimula los procesos metabólicos.
  + El flúor forma parte de huesos y dientes.

1. Las biomoléculas.

* Los bioelementos se combinan para dar lugar a moléculas, más o menos complejas, que constituyen los seres vivos.
* Estos compuestos reciben el nombre de biomoléculas o principios inmediatos pues pueden aislarse por métodos físicos como la centrifugación o la diálisis.
* Se clasifican en dos tipos:
* Inorgánicas.
  + No son exclusivas de los seres vivos.
  + Poseen una estructura química muy sencilla.
  + Agua, sales minerales y algunos gases como el CO2 y el O2.
* Orgánicas.
  + Exclusivas de la materia viva.
  + Formadas por cadenas hidrocarbonadas.
  + Glúcidos lípidos, proteínas y ácidos nucleicos.
* Estas últimas comparten dos características:
  + Realizan funciones que dependen de su forma y tamaño.

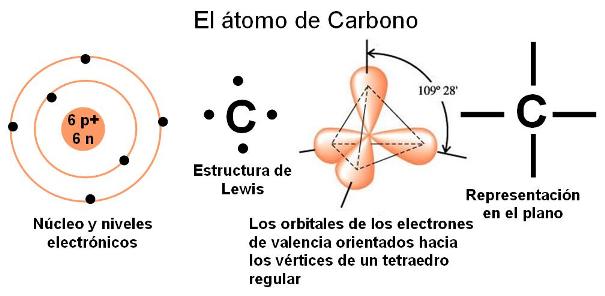
Ejem: Acoplamiento enzima-sustrato.

Complementariedad entre las cadenas del ADN.

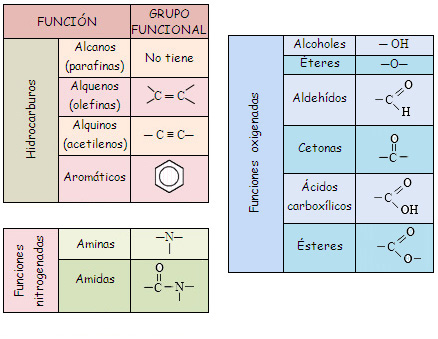
* + Son macromoléculas y polímeros formados por unidades básicas llamadas monómeros.
  + Ejem: Almidón/Glucosa

Proteínas/Aminoácidos (aa)

* ¿Por qué es el C el elemento fundamental en las moléculas orgánicas?
* Tetravalencia. Presenta cuatro orbitales enlazantes dispuestos en forma de tetraedro que generan enlaces covalentes.



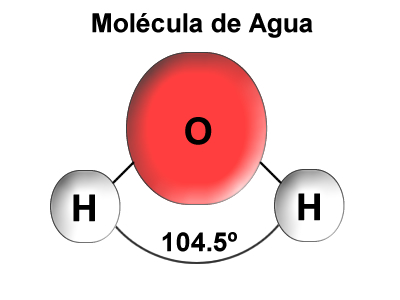
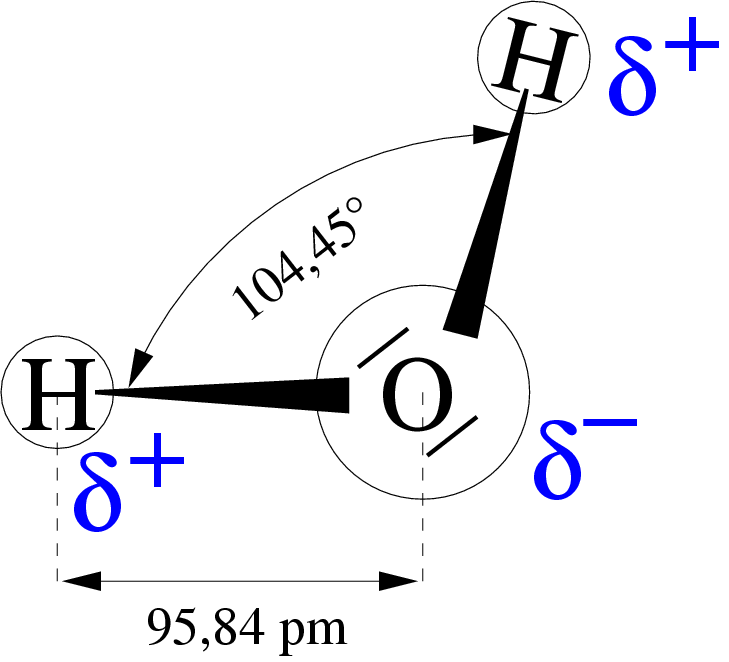
* Capacidad de unión. Los átomos de C se unen entre sí mediante enlaces simples, dobles o triples formando largas cadenas lineales, ramificadas e incluso cíclicas. También forman enlaces doble con el oxígeno y triples con el nitrógeno.
* Posibilidad de unión con distintos grupos funcionales.



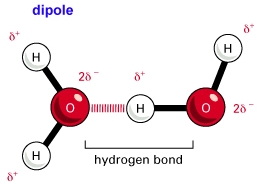
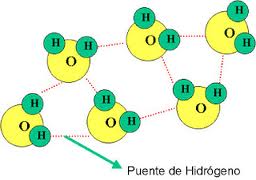
* El único elemento similar es el silicio el cual es el componente fundamental de la mayor parte de las rocas y pertenece al mismo grupo del sistema periódico (C6, Si14).
* El silicio, aunque también forma cadenas, establece enlaces Si-Si más débiles e inestables que los enlaces de las cadenas carbonadas. Las uniones con el oxígeno -O-Si-O-Si-O- (que dan lugar a los silicatos) son muy resistentes. Con estas uniones se sintetizan las siliconas que son compuestos prácticamente inertes.
* Desde el punto de vista biológico el carbono es más idóneo pues los enlaces deben ser suficientemente fuertes para construir moléculas resistentes, pero suficientemente débiles para que puedan romperse en las diferentes reacciones bioquímicas.
* Si existiera una “vida del silicio” originaría seres de carácter pétreo, muy semejantes a estatuas, y esto sería incompatible con la existencia del medio intracelular adecuado.

1. El agua.

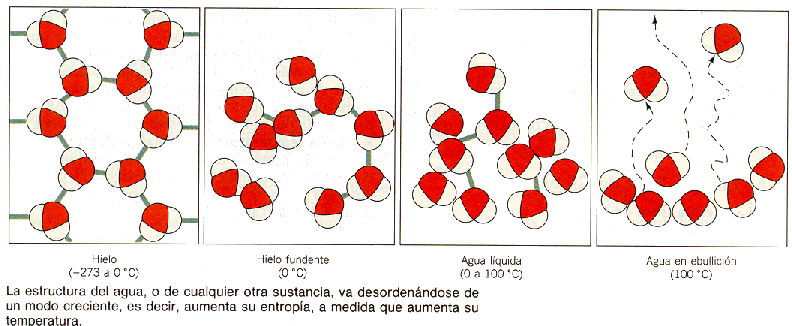
* Aún siendo una biomolécula inorgánica es el compuesto más abundante en los seres vivos: 95% en algas, 80-90% en plantas, 98% en medusas, 88% en lombrices de tierra, 55-78% en vertebrados o 63% en la especie humana.
* Tal cantidad varía de un tejido a otro según su función (75-85% muscular y nervioso, 15-30% adiposo, 20% óseo, etc.).
* Doble importancia para los seres vivos pues es el componente fundamental de sus células y para muchos de ellos el lugar donde habitan.
* Su importancia radica en las propiedades derivadas de su estructura molecular.
  1. Estructura química y puentes de hidrógeno.
* La molécula de agua se forma por la unión de dos átomos de hidrógeno con uno de oxígeno mediante enlaces covalentes. Estos se disponen formando un ángulo de 104,5 º.
* El oxígeno es más electronegativo por lo que los electrones compartidos se sitúan más cerca de éste que del hidrógeno.
* Se generan así dos cargas parciales negativas situadas cerca del oxígeno y una positiva cercana a cada uno de los hidrógenos. Aunque su carga total es neutra la molécula es dipolar.

* Distintas moléculas forman enlaces débiles por atracción de las cargas positivas de unas y las negativas de otras.
* Este tipo de enlaces se denominan puentes de hidrógeno. Cada molécula puede formar hasta cuatro enlaces con moléculas vecinas.

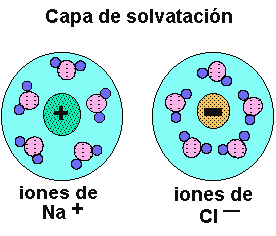
 

* Los enlaces de hidrógeno se forman y se destruyen continuamente y aunque son débiles confieren al agua líquida una gran cohesión interna.
* El agua líquida es un agregado en el que coexisten moléculas unidas con moléculas libres formando una estructura reticular. Si el número de puentes de hidrógeno aumenta pasa a estado sólido.
* Cuando el agua está líquida cada molécula se une por puentes de hidrógeno a un promedio de 3,5 moléculas de agua. En el hielo cada molécula está unida a 4, sin embargo en este caso la red reticular es más abierta lo que produce una menor densidad.

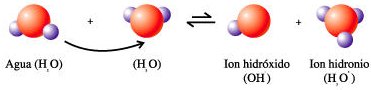


* 1. Propiedades y funciones biológicas.

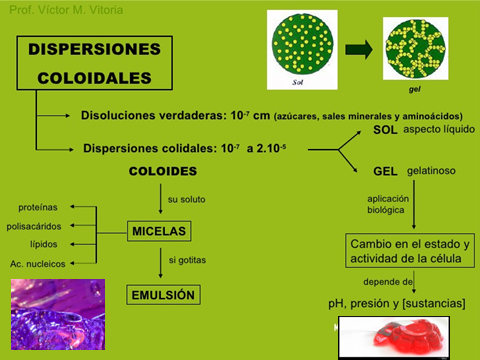
* Todas derivan de su naturaleza. Estas son las más destacables:
* 1. Gran poder disolvente. Es el líquido que más tipos de sustancias, tanto orgánicas como inorgánicas, puede disolver. Es por tanto un disolvente universal. Puede disolver:
  + Compuestos iónicos como las sales minerales. Sus moléculas se orientan anulando los enlaces iónicos que se establecen entre los iones componentes. Este fenómeno es la solvatación.



* + Compuestos orgánicos ionizables, como los que contienen grupos carboxilos que al disociarse quedan cargados como R-COO-, o grupos aminos que quedan como R-NN3+.
  + Moléculas orgánica neutras que poseen grupos polares (-OH de alcoholes y azúcares, -NH2 de aminoácidos y proteínas, ácidos nucleicos, etc.) ya que forma puentes de hidrógeno con tales grupos.
* También puede dispersar en su seno sustancias anfipáticas formando micelas.
* Las funciones biológicas derivadas de esta propiedad son:
  + Medio de transporte de sustancias en los seres vivos lo que permite incorporar nutrientes a las células y eliminar productos de desecho.
  + Medio de las reacciones metabólicas. Las biomoléculas deben encontrarse en disolución acuosa para interaccionar.
  + Interviene como molécula o en forma ionizada en múltiples reacciones.



* En los seres vivos los solutos son de elevado peso molecular (polisacáridos, proteínas, lípidos…) por lo que el medio acuoso es una dispersión coloidal con viscosidad mayor que la del agua.
* Las dispersiones coloidales se presentan en dos estados, reversibles en las células: un estado líquido (sol) y un estado gelatinoso, semisólido (gel) en el que las moléculas de agua presentan escasa movilidad al quedar retenidas entre las de soluto.
* Al cambiar el grado de hidratación o al modificarse el grado de agregación de las macromoléculas, se producen cambios de sol a gel o viceversa. Esto es útil, entre otras cosas, para producir corrientes citoplasmáticas en las células y favorecer su movimiento o desplazamiento aunque a veces el estado de gel es irreversible.



* 2. Elevado calor específico. Se requiere mucho calor para aumentar su temperatura. Al calentar el agua parte de la energía se utiliza para romper los puentes de hidrógeno y no para aumentar la temperatura.
* Esto implica que incrementos o disminuciones importantes en la temperatura externa sólo producen pequeñas variaciones en el medio acuoso.
* La función biológica derivada es que el agua actúa como un buen amortiguador térmico frente a cambios en la temperatura ambiental y ayuda a mantener constante la temperatura de los seres vivos.
* 3. Elevado calor de vaporización. Como los puentes de hidrógeno deben romperse para pasar al estado gaseoso, el calor de vaporización del agua es más alto que el de muchos otros líquidos.

* La función biológica relacionada es que los seres vivos pueden utilizarla como mecanismo de refrigeración, al disminuir su temperatura mediante la evaporación del agua a través de sus superficies (sudar, jadear, evapotranspiración, etc.)
* 4. Elevada fuerza de cohesión entre sus moléculas. Estas se mantienen unidas por los puentes de hidrógeno formando un líquido compacto, que proporciona una cierta rigidez a las células permitiendo que mantengan su forma o que experimenten cambios en la misma.
* La función biológica relacionada es que el agua actúa como esqueleto hidráulico en muchos animales y proporciona turgencia a las plantas. Al mismo tiempo el estado líquido del agua también proporciona flexibilidad a los seres vivos (algas, moluscos, etc.).
* La cohesión entre sus moléculas produce una elevada tensión superficial ya que en la superficie de contacto con otro medio forma una película muy resistente porque la polaridad de las moléculas no se equilibra y la cohesión entre ellas es mayor en tal zona.
* Dicha superficie opone resistencia a ser traspasada. Esto explica que muchos insectos puedan desplazarse por la superficie del agua sin hundirse.
* 5. Elevada fuerza de adhesión. Las moléculas de agua tienen gran capacidad de adherirse a las paredes de conductos de diámetro pequeño ascendiendo en contra de la acción de la gravedad.
* Este fenómeno se denomina capilaridad y como función biológica favorece el ascenso por tubos muy finos tal como ocurre con la savia bruta a través del xilema.
* 6. Baja densidad en estado sólido. A diferencia de otras sustancias el agua sólida es menos densa que el agua líquida. Esta es la causa de que el hielo flote y forme una capa aislante que permite la vida acuática bajo el mismo.
* Esta función biológica se explica porque su máxima densidad se adquiere a 4º C. Esta es la temperatura del agua que se sitúa en el fondo.
* En los ecosistemas acuáticos que se hielan durante el invierno se diferencian distintas zonas térmicas donde la temperatura desciende de 4 a 0 grados en la línea de contacto agua-hielo y hasta la temperatura superficial en la capa del mismo.
* 7. Transparencia. Esta propiedad permite que la radiación solar penetre en el medio acuático hasta una cierta profundidad.
* Su función biológica es favorecer que en estos ecosistemas se pueda realizar la fotosíntesis y todos los procesos ecológicos derivados de ella.
* Se establecen así una zona fótica iluminada y otra afótica sin luz.

1. Las sales minerales.

* Son moléculas inorgánicas que pueden encontrarse precipitadas, disueltas, o formando parte de otras biomoléculas (enzimas).
* Las sales precipitadas originan formas esqueléticas y de sostén como el fosfato cálcico en los huesos de vertebrados y el carbonato cálcico en los caparazones de moluscos.
* Las sales disueltas originan aniones y cationes:
  + Aniones: cloruros (Cl-), fosfatos (HPO42-, H2PO4-), carbonatos (CO3=), bicarbonatos (HCO3-), etc.
  + Cationes: Na+, Ca++, K+, Cu+, Fe++, Mg++, Zn++, Mn++, etc.
* Las principales funciones de las sales en disolución son:
  + Participar en procesos fisiológicos como activación de enzimas (Zn++), transmisión del impulso nervioso (Cl-, Na+, K+), contracción muscular (Ca++), fotosíntesis (Mn++), etc.
  + Neutralizar las cargas de algunas macromoléculas.
  + Actuar como sistemas tampón controlando las variaciones de pH.
  + Mantener el equilibrio osmótico.

1. Sistemas amortiguadores y regulación de pH.

* En el agua pura existe una pequeñísima cantidad de moléculas disociadas en protones (H+) e iones hidroxilo (OH-).

H2O ⮀ H+ + OH-

* En realidad los H+ no existen aislados y se encuentran unidos a otra molécula de agua formando iones hidronio.

H+ + H2O ⮀ H3O+

* En el agua pura las concentraciones de H+ y OH-  son iguales y su valor es de 10-7.
* Las disoluciones acuosas pueden ser:
  + Neutras si las concentraciones de H+ y OH- iguales.
  + Acidas si la concentración de H+ es mayor que la de OH-.
  + Básicas o alcalinas cuando la concentración de OH- es mayor que la de H+.
* El grado de acidez o alcalinidad se expresa mediante la escala de pH que oscila entre 1 y 14 e indica la concentración de iones H+ en el medio.
* La fórmula para calcular el pH es la siguiente:

pH = - log [H+]

* Si la disolución es neutra el pH = - log 10-7 = 7
* Si la disolución es ácida tendremos muchos H+ y la concentración será mayor que 10-7 (10-6 ,10-4 ,10-1 …). En tal caso el pH es menor a 7 (1- 6).
* Si la disolución es básica tendremos pocos protones y la concentración de estos será inferior a 10-7 (10-8 ,10-10 , 10-13 …). En tal situación los valores de pH son mayores que 7 (8-14).
* Para medir el pH de una disolución utilizamos un dispositivo electrónico llamado peachimetro o papel indicador.
* El pH en la mayoría de las células se acerca a la neutralidad pues el funcionamiento de los enzimas y la estructura de las proteínas se altera con pH extremos y esto puede resultar letal para las mismas.
* Es necesario controlar y regular el pH pues las reacciones metabólicas producen sustancias ácidas o básicas, H+ o OH- , que tienden a modificarlo.
* Las disoluciones de sales que contribuyen a disminuir estas variaciones, manteniendo el pH constante, se denominan tampones o disolucionesamortiguadoras y se caracterizan por presentar la forma disociada y la forma no disociada de un ácido débil en equilibrio el cuál puede captar o liberar H+ en respuesta a los cambios del medio.
* Es el desplazamiento en el equilibrio de estas dos formas lo que amortigua los cambios de pH:

AH A- + H+

* Los tampones más importantes en los seres vivos son:
* El sistema fosfato en el medio intracelular.

H2PO4- ⮀ HPO42- + H+

* El sistema bicarbonato especialmente en el medio extracelular.

H2CO3 ⮀ HCO3-  + H+

* El par carbonato/bicarbonato evita la acidosis del medio si aparecen protones en el mismo pues las moléculas de bicarbonato los captan:

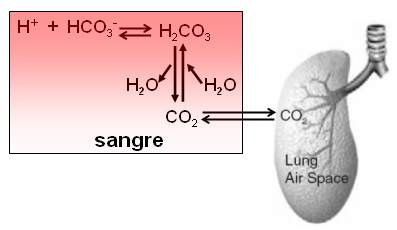
HCO3-  + H+ ⮀ H2CO3

* Igualmente evita la alcalinización cuando aparecen iones hidroxilo pues las moléculas de carbonato liberan protones que se unen a estos formando agua y el pH no varía o lo hace ligeramente.

H2CO3 + OH- ⮀ HCO3-  + H2O

* El tampón carbonato resulta muy eficaz porque el exceso de H2CO3 genera CO2 que se elimina fácilmente en la respiración.

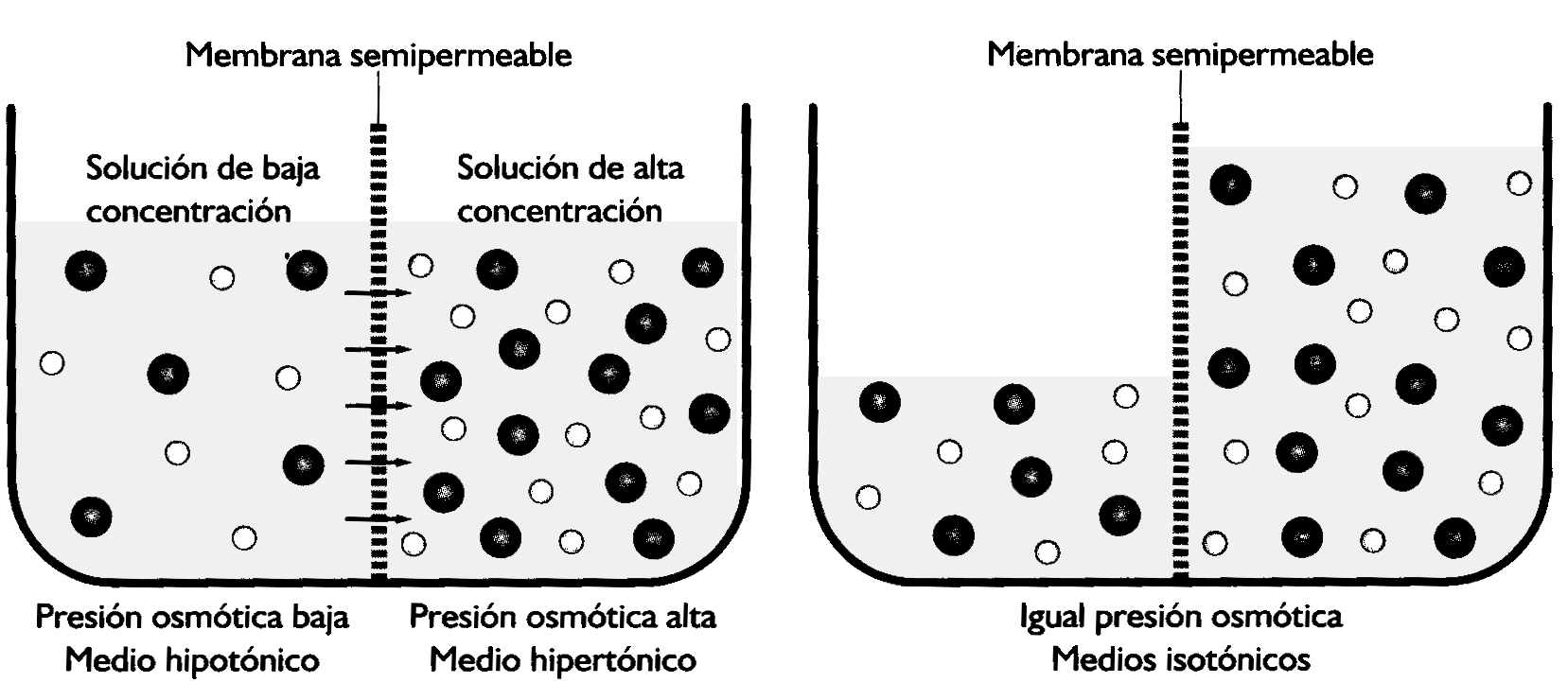
H2CO3 ⮀ CO2 + H2O



* Los seres vivos han de mantener entre límites muy estables, o relativamente constantes, los valores de algunos parámetros tales como la temperatura, la concentración salina, el ph, la cantidad de agua, etc. El conjunto de fenómenos que permiten tal mantenimiento se denomina homeostasis.

1. El equilibrio osmótico.

* Cuando dos disoluciones de diferente concentración se ponen en contacto el soluto difunde de la más concentrada a la más diluida y el disolvente hace lo contrario hasta que ambas concentraciones se igualan.
* Pero si dichas soluciones están separadas por una membrana semipermeable (que impide el paso del soluto), el disolvente pasará de la más diluida a la más concentrada hasta que las concentraciones se igualen. Este fenómeno recibe el nombre de ósmosis.
* Los procesos osmóticos son capaces de desarrollar una presión, denominada presión osmótica, capaz de provocar la subida del nivel de una disolución en contra de la gravedad.
* Los medios acuosos separados por membranas semipermeables pueden tener diferentes concentraciones denominándose:
  + Hipertónicos o hiperosmóticos a los más concentrados.
  + Hipotónicos o hipoosmótico a los que tienen menor concentración.
* Las moléculas de agua difunden desde los medios hipotónicos hacia los hipertónicos, hasta alcanzar el equilibrio. Cuando las concentraciones se igualan ambos medios son isotónicos o isoosmóticos.
* El agua es la molécula más abundante en el interior de todos los seres vivos y es capaz de atravesar las membranas celulares, que son semipermeables, para penetrar en el interior celular o salir de él.



* Este flujo depende de la diferencia de concentración entre los líquidos extracelular e intracelular, que está determinada por la presencia de sales y moléculas orgánicas disueltas.
* Cuando el medio externo celular es hipertónico con respecto al medio interno, sale de la célula agua por ósmosis, y disminuye el volumen celular.
* Se produce la plasmolisis o arrugamiento de la célula. En el caso de las células vegetales la membrana plasmática puede desprenderse de la pared vegetal y llegar a romperse.
* Si el medio externo celular es hipotónico con respecto al medio interno, se produce entrada de agua hacia el interior de la célula, lo que ocasiona un aumento del volumen celular.
* En el caso de las células animales puede producirse ruptura celular (hemólisis o lisis osmótica). En células bacterianas y vegetales, que presentan paredes rígidas, se produce turgencia celular.
* Para evitar los fenómenos de plasmolisis y turgenciaque sufrirían las células por salida o entrada de agua, los seres vivos controlan las concentraciones intracelulares bombeando o expulsando sales a través de sus membranas
* Este proceso constituye un mecanismo de osmorregulación y es muy importante en organismos de agua dulce que viven en medios hipotónicos y han de actuar para que sus células no estallen.

